GESTER PROJECT Sas
Geologia Acustica Edilizia

GESTER PROJECT s.a.s. *– Geologia, Acustica, Edilizia*

Progetto:
Installazione aerogeneratore nei pressi del sentiero pedonale antica via paradiso - Borzoli

Titolo:
TOMOGRAFIA SISMICA

Il Richiedente:
Azienda agroenergetica di Ottonello Sandro
Data:
Marzo 2011

Firma Geologo:

Dott.Fabio Berra

Sede Legale:
Via Sturla, 6/20
16131 GENOVA

sito web: www.gesterprojrct.com
Numero registro imprese di Genova, C.F. e P.I.: 01897770994
email: info@gesterproject.com - Tel./Fax: 0103076922

INDICE

1. OBIETTIVO DELLE INDAGINI _____ *2*

2. FINALITA' E DESCRIZIONE DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE _____ *2*

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA ED ELABORAZIONE DEI DATI: SISMICA A RIFRAZIONE __ *3*

4. INTERPRETAZIONE DEI DATI OTTENUTI _____ *5*

Allegati:

- Ubicazione stendimento sismico
- Dromocrone
- Tomografia
- Documentazione fotografica

1. OBIETTIVO DELLE INDAGINI

Su incarico della committenza, sono state eseguite delle indagini geofisiche con i metodi sismici a rifrazione (elaborazione tomografica) finalizzate ad ottenere informazioni sulla distribuzione delle velocità di propagazione delle onde di volume (onde P) nei terreni interessati ad un progetto relativo all'installazione di una turbina eolica da 56 KW ubicata presso il sentiero pedonale antica via Paradiso a Borzoli alle coordinate N44°25,967 E 08° 52,594.

2. FINALITA' E DESCRIZIONE DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE

Le indagini geofisiche con metodi sismici, sono indispensabili per poter conseguire dal piano campagna un'esplorazione dettagliata e continua del sottosuolo e come supporto primario di correlazione stratigrafica che generalmente è basata soltanto su un'interpolazione di informazioni puntuali, ottenute tramite sondaggi geognostici, e su rilevamenti di superficie di carattere puramente geologico.

Al fine di facilitare la lettura degli elaborati forniti, si ribadiscono le caratteristiche fondamentali che distinguono le facoltà risolutive delle metodologie utilizzate.

Esse si basano sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali attraverso il terreno, a seguito di energizzazioni sismiche generate in superficie.

L'elaborazione dei sismogrammi acquisiti con tecniche a rifrazione e riflessione, consente la ricostruzione di sezioni rappresentanti, i profili sismostratigrafici, caratterizzati da valori di velocità espressi in m/sec.

E' noto che il valore della velocità sismica dipende dal grado di compattezza dei terreni investigati e quindi i due parametri sono fra di loro direttamente proporzionali.

Durante l'interpretazione dei dati, in presenza di materiali eterogenei appartenenti alla medesima formazione, potranno distinguersi più livelli che delimitano strati a consistenza differenziata; viceversa, nel caso di reale omogeneità, i contatti saranno di origine litologica.

La metodologia a rifrazione è ritenuta affidabile e particolarmente indicata per ottenere indicazioni sia verticali sia laterali sulla consistenza dei terreni fino al raggiungimento del substrato sismico locale (poche decine di metri senza l'uso di esplosivo) ed è essenziale che non sussistano inversioni di velocità con l'aumentare della profondità.

Nei casi in cui sia accertata o si sospetti, nella ricostruzione stratigrafica del sottosuolo, la presenza di strati di terreno caratterizzati da proprietà elastiche inferiori a quelli soprastanti, l'esistenza di fenomeni dislocativi e/o per raggiungere obiettivi abbastanza profondi con stendimenti di geofoni relativamente corti e quindi con sorgenti di energia di potenza abbastanza contenuta, va utilizzata la tecnica a riflessione.

L'ubicazione plano-altimetrica dei geofoni e dei punti di scoppio "shot" lungo lo stendimento sismico è indicata nell'allegato 1.

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA ED ELABORAZIONE DEI DATI: SISMICA A RIFRAZIONE

É stata realizzata una stesa sismica a rifrazione; tale prova ha previsto 12 canali, con spaziatura geofonica di 2,00 m, in modo da ottenere la migliore copertura possibile dell'area in oggetto. Sono stati eseguiti 10 punti di energizzazione mediante massa battente da 9 kg su piastra metallica ubicata al piano campagna, al fine di valutare possibili variazioni laterali di velocità' dei terreni indagati.

I sismogrammi sono stati acquisiti con un'apparecchiatura PASI 16S12 a 12 canali.

La spaziatura fra i geofoni e la geometria della stesa è indicata nella tabella sottostante così come la strumentazione utilizzata.

Tab.1 : parametri di acquisizione e geometria della linea a rifrazione n° 1

Durata delle acquisizioni (ms)	64
Tempo di campionamento (ms)	0,125
Filtri digitali	no
Spaziatura geofoni (m)	2
Posizione primo geofono (m)	4
Posizioni dei tiri (m)	0 / 2 / 5 / 9 / 13 / 17 / 21 / 25 / 28 / 30
Lunghezza stendimento geofonico (m)	30

N.B.: tutte le posizioni, espresse in metri, sono riferite al tiro OFF1, per il quale si assume quindi posizione 0,00 m.

I tempi di percorso diretto e rifratto delle onde P fra i punti in cui è stato energizzato il terreno ed i singoli geofoni, ubicati su ciascun stendimento, sono riportati su diagrammi *(dromocrone)* con le distanze in metri sull'ascissa ed i tempi in millesimi di secondo sull'ordinata (allegato 2).

L'elaborazione e analisi delle dromocrone è stata eseguita tramite Software RAYFRACT 18 (Refraction Seismics and Seismic Traveltime Tomography): un software di tomografia sismica che impiega le soluzioni Eikonali per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Questo metodo fornisce un buon "fit" iniziale tra i primi arrivi di campagna e quelli sintetici.

Il modello inziale viene quindi ottimizzato automaticamente mediante l'inversione tomografica 2D WET (Wavepath Eikonal Traveltime).

Come metodo convenzionale della sismica a rifrazione, invece, dopo aver analizzato le dromocrone e definito i rifrattori con l'assegnazione dei branch-point, si utilizza il metodo Plus-Minus (Hagedoorn, 1959).

È un metodo 2-D per costruire l'immagine di tempo-intercetto dei rifrattori a partire da dati sismici a rifrazione multicanale ad alta densità.

Lo *stack* di tracce sismiche convolute e cross-correlate permette di ottenere un'immagine completa di tutti i rifrattori rilevabili senza uso dell'operazione di *pickings* dei primi arrivi rifratti ma soltanto mediante una procedura d'elaborazione così come viene fatto nel caso di dati sismici a riflessione.

Questa tecnica consente la ricostruzione di un singolo rifrattore per volta e prevede la selezione delle forme d'onda (e/o *pickings*) e il tempo reciproco (*picking* o l'estrapolazione di esso dalla dromocrona rifratta) relativi al rifrattore da esaminare.

4. INTERPRETAZIONE DEI DATI OTTENUTI

La restituzione cromatica dei raggruppamenti delle curve di isovelocità osservabili sui tomogrammi, pone in risalto le interfacce rifrangenti relative ai livelli sismostratigrafici significativi.

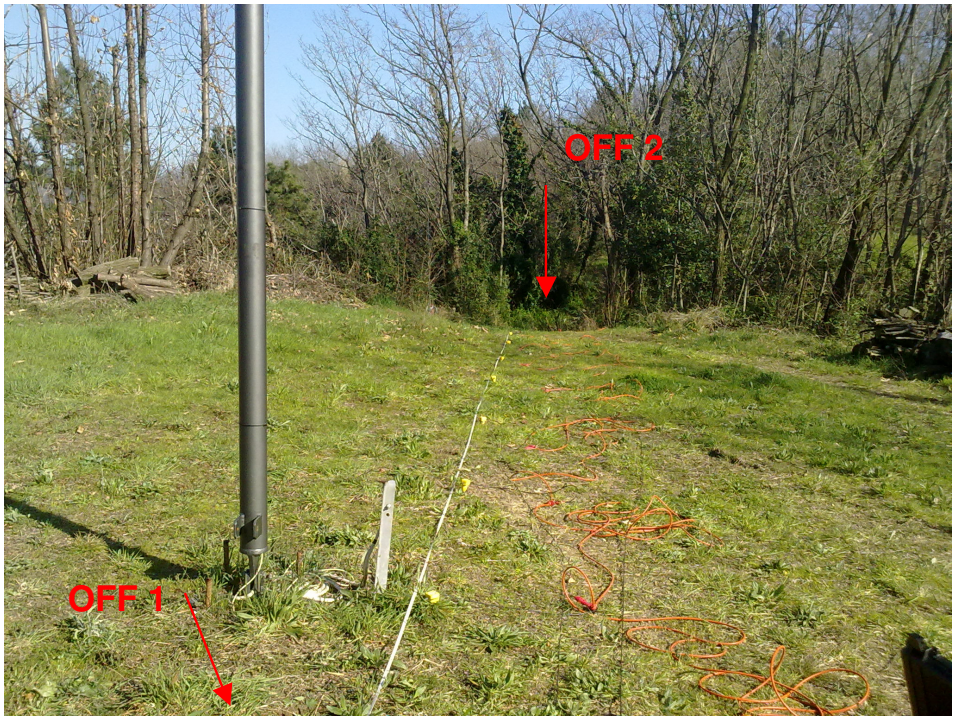
La sequenza dei rifrattori sismici, determinabile per una ricostruzione stratigrafica di tipo geomeccanico, è derivabile dalla scala cromatica che rappresenta le curve di velocità sugli elaborati tomografici (allegato 3), con la seguente suddivisione:

Stesa sismica SS1:

- velocità sismiche delle onde dirette e prime rifratte inferiori a 1100 m/s: caratterizzano il "cappellaccio" del substrato; la roccia si presenta fortemente alterata con una discontinuità sia laterale che verticale, con salti di velocità anche evidenti in prossimità del 4° tiro, lo spessore varia da 0 metri ad un massimo di 2,0 metri. Il valore massimo lo si raggiunge in prossimità dei geofoni n° 3 e 4 (posizione dei tiri n° 4);
- valori di velocità maggiori di 1100 m/s: sono ascrivibili a materiali mediamente consistenti costituiti dallo strato meno alterato e fratturato del substrato roccioso di tipo argillitico. La velocità cresce in modo regolare con la profondità via via che il grado di alterazione della roccia diminuisce.

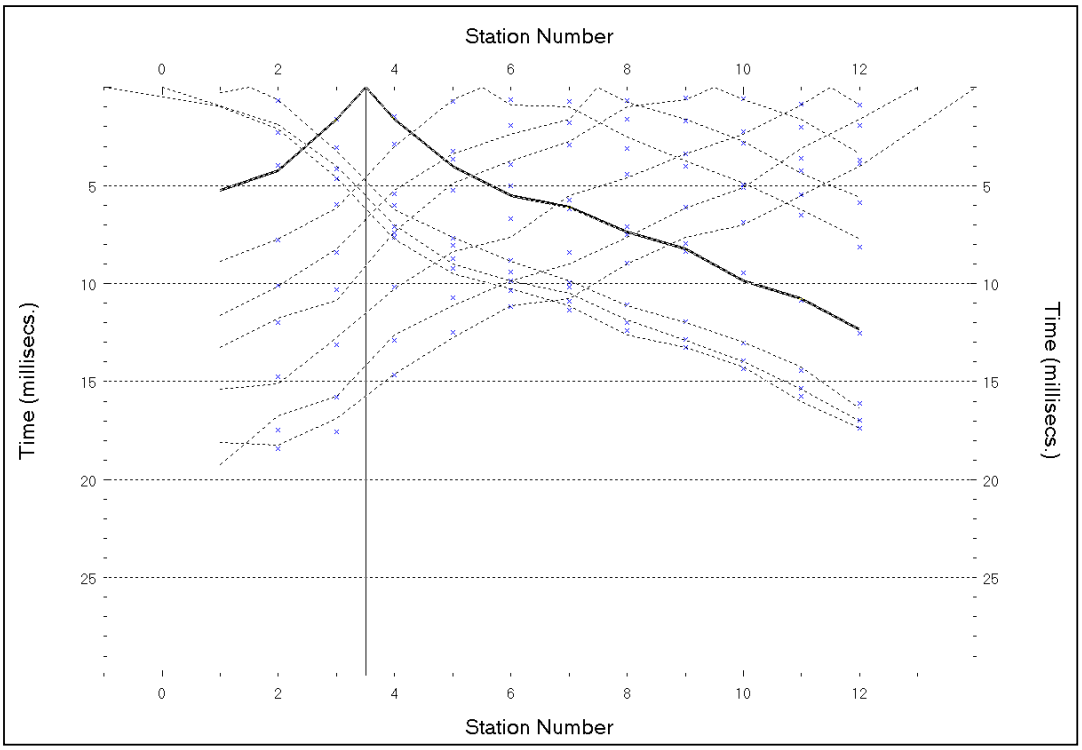
Allegato 1

UBICAZIONE STENDIMENTO SISMICO SS1



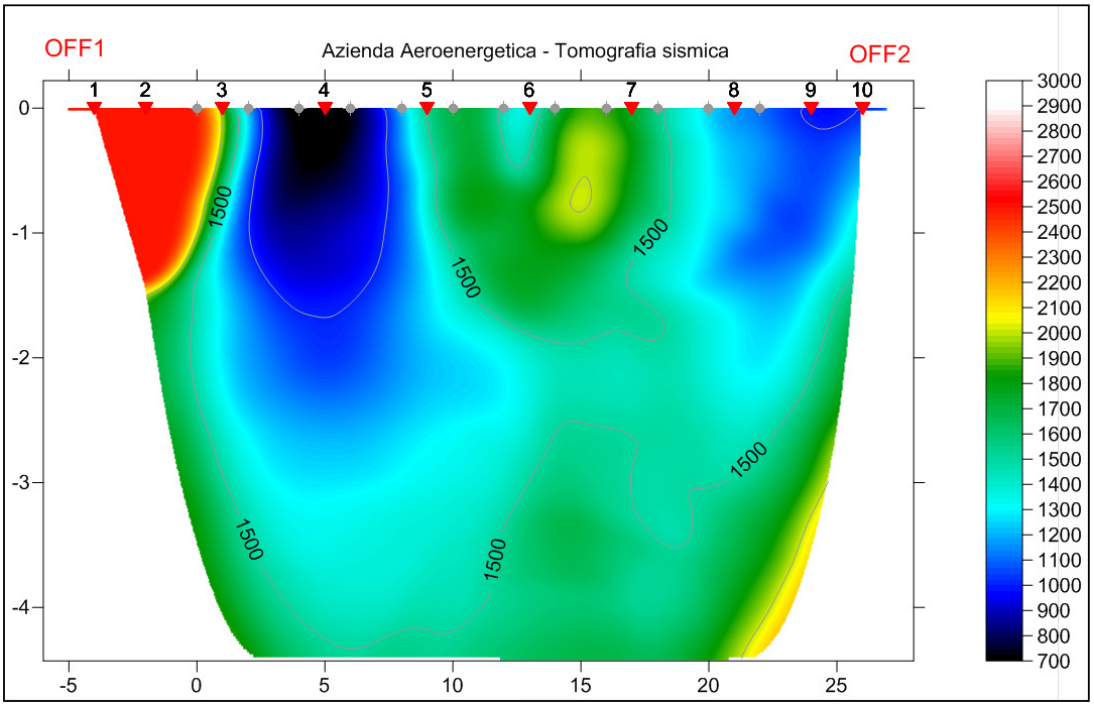
Allegato 2

DROMOCRONE STESA SS1



Allegato 3

TOMOGRAFIA STESA SS1



Allegato 4

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

a



b



Foto a), b): Stesa sismica SS1

Strumentazione

- SISMOGRAFO : Pasi 16S12 a 12 canali
  - Processore : Pentium 200MMX Intel
  - Convertitore A/D : 16 bit
  - Larghezza di banda : 5kHz
  - Range dinamico : 96 dB
  - Durata di registrazione: da 32 a 2048 ms
  - Tempi di campionamento : da 125 µs a 2 ms
  - Filtri digitali : passa-basso, passa-alto, notch
  - Possibilità' di emulare conversione A/D a 24 bit
  - Numero di enhancement effettuabili : illimitato
  - Possibilità' di pre- e post-triggering
- GEOFONI : OYO-GEOSPACE
  - Verticali (tolleranza 20^0)
  - Frequenza di risonanza : 4,5 Hz (+/- 5%)

Bibliografia di riferimento

- Ackermann, H.D., Pankratz L.W., Dansererau D., 1986. *Resolution of ambiguities of seismic refraction traveltime curves. Geophysics,Vol.51,223-235.*
- Barton, N., (2007). *Rock quality, seismic velocity, attenuation and anisotropy.*Taylor and Francis.
- Carrara, F., Rapolla, A., Roberti, N.(1992). *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici*. Liguori Editore.
- Lavergne, M. (1986). *Methodes sismiques*. Ed.Technip, Institut Francaise du petrole.
- Norinelli, A. (1982). *Elementi di geofisica applicata*. Patron Editore.
- Palmer, D. (1986). *Refraction seismics: the lateral resolution of structure and seismic velocity.* Geophysical Press.
- Park,C.B., Miller,R.D., Xia, J.(1999). *Multichannel analysis of surface waves*. Geophysics, Vol. 64, 800–808.
- Redpath, B. (1973). *Seismic refraction exploration for engineering site investigation.* NTIS.
- Socco, L.V., Strobbia, C. (2004). *Surface-wave method for near-surface characterization: a tutorial.* Near Surface Geophysics, 2004, 165-185.
- Xia, J., Miller, R.D., Park, C.B., (1999). *Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves*. Geophysics, Vol. 64, 691-700.